مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۳۴، شماره ۲، سال ۱۳۹۷

اثر کشت تأخیری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام زمستانه کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط آبیاری بهینه و تنش خشکی آخر فصل

Effect of Delayed Planting on Seed Yield and Its Components of Winter Rapseed (*Brassica napus* L.) Cultivars Under Optimum Irrigation and Terminal Drought Stress Conditions

حمیدرضا خادم حمزه[۱]، علیرضا یدوی[۲]، محسن موحدی دهنوی[۳] و امیرحسین شیرانی‌راد[۴]

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج و عضو هیئت علمی بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
۲ و ۳- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
۴- استاد، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۲۳

چکیده

خادم حمزه، ح. ر.، یدوی، ع.، موحدی دهنوی، م.، و شیرانی‌راد، ا. ح. ۱۳۹۷. اثر کشت تأخیری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام زمستانه کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط آبیاری بهینه و تنش خشکی آخر فصل. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۴:** ۲۳۲-۲۰۷.

به منظور ارزیابی اثر کشت تأخیری بر عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و برخی خصوصیات زراعی ارقام زمستانه کلزا تحت شرایط آبیاری و تنش خشکی آخر فصل دو آزمایش جداگانه شامل آبیاری تا پایان فصل رشد و قطع آبیاری از مرحله نمو خورجین‌ها تا پایان دوره رشد با دو رقم آزادگرده‌افشان (طلایه و اکاپی) و دو هیبرید (نپتون و الویس) در سه تاریخ‌کاشت ۱۵ مهر (تاریخ‌کاشت بهینه)، ۲۵ مهر و ۵ آبان (تاریخ کشت‌های تأخیری) بصورت آزمایش کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس اجرا شد. تاریخ‌های‌کاشت بعنوان کرت‌های اصلی و ارقام بعنوان کرت‌های فرعی بودند. نتایج بیانگر اثر معنی‌دار آبیاری و رقم بر کلیه صفات و همچنین اثر معنی‌دار تاریخ کاشت بر تمام صفات بجز وزن هزار دانه و تعداد دانه در خورجین بود. قطع آبیاری از مرحله نمو خورجین باعث‌کاهش ارتفاع بوته، روز تا رسیدگی، عملکرد و اجزاء عملکرد دانه گردید که میزان کاهش عملکرد دانه ناشی از قطع آبیاری در مرحله نمو خورجین و تأخیر در کاشت به ترتیب ۲۳/۹ و ۱۸/۴ درصد بود. کاهش ۱۷/۲ درصدی تعداد دانه در خورجین ناشی از تنش خشکی و ۱۶/۲ درصدی تعداد خورجین در گیاه ناشی از تأخیر در کاشت از دیگر عوامل موثر در کاهش عملکرد دانه بودند. نتایج همچنین نشان داد تاثیر منفی قطع آبیاری بر عملکرد دانه و شاخص برداشت بسیار بیشتر از تأخیر در کاشت بود. رقم طلایه (دارای برتری عملکرد دانه در تمام شرایط) به عنوان اولین گزینه انتخابی در شرایط مشابه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کلزا، شاخص‌برداشت، وزن هزار دانه، آزاد گرده‌افشان.

نگارنده مسئول: yadavi@yu.ac.ir تلفن: ۰۷۱۳۲۶۲۲۴۲۳

مقدمه

کاهش بارندگی و تغییر الگوهای بارش منجر به خشکسالی‌های مکرر در جهان گردیده است (Lobell *et al*., 2011). این مسئله از طریق تاثیر منفی بر فیزیولوژی گیاه، رشد و تولید آن کاهش عملکرد گیاهان زراعی را بهمراه داشته است (Barnabas *et al*., 2008). در تحلیل مطالعات انجام شده حد فاصل سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۵ کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی برای گندم و ذرت به ترتیب ۲۱ تا ۴۰ درصد گزارش شده است(Daryanto *et al*., 2016). از این رو تغییرات شدید اقلیمی و رشد سریع جمعیت امنیت غذایی جهان را بشدت تحت تاثیر قرار داده اند (Lesk *et al*., 2016).

دانه‌های روغنی پس از غلات دومین ذخیره غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. کلزا بعد از سویا بیشترین میزان تولید در بین دانه‌های روغنی را داراست (FAO, 2017) و بعلت داشتن پایین‌ترین میزان اسیدهای چرب اشباع، با کیفیت‌ترین روغن خوراکی به شمار می‌رود (Starner *et al*., 2002). کلزا همچنین تامین نزدیک به ۱۳ درصد از روغن گیاهی مورد نیاز جهان را به خود اختصاص داده است (USDA,2017).

اثر تنش خشکی بر گیاه زراعی تابعی از ژنوتیپ، شدت و مدت تنش، شرایط آب و هوایی و مراحل نموی محصول می‌باشد (Robertson *et al*., 2004) و مهم‌ترین عامل محدودکننده، در تولید کلزا نیز محسوب می‌شود. عملکرد کلزا می‌تواند به وسیله دوره‌های نسبتاً کوتاهی از کمبود آب و رطوبت خاک در مرحله زایشی محدود شود (Ahmadi and Bahrani, 2009) و در مرحله نمو خورجین بیشترین خسارت را ایجاد و شاخص برداشت را به طور معنی‌داری کاهش دهد (Gan *et al*., 2004).

تاریخ‌کاشت یکی از مهمترین و مدیریت‌پذیرترین عملیات زراعی است که بر رشد، تولید ماده‌خشک، کیفیت و کمیت محصول گیاهان زراعی اثر گذار است (Wang *et al*., 2012). تأخیر کشت در مناطق سرد، ضمن کاهش رشد کلزا بقا زمستانه آن را نیز تهدید کرده و در مناطق گرم باعث همزمانی مرحله پرشدن خورجین‌ها با درجه حرارت بالای محیط و تنش خشکی می‌شود.

محققان کاهش عملکرد دانه در کشت دیرهنگام را ناشی از کاهش تعداد بوته در واحد سطح، طول دوره رویشی و گلدهی (Begna and Angadi, 2016)، کاهش تعداد خورجین در بوته (Bagheri *et al*., 2016)، کاهش عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت (Faraji, 2016) گزارش کرده‌اند. همبستگی مثبت ماده خشک تولیدی و عملکرد دانه در بسیاری از گیاهان زراعی از جمله کلزا گزارش شده است (Wang *et al*., 2012; McKenzie *et al*., 2011).

از آنجایی که تاریخ‌کاشت یکی از عوامل

اصلی موثر بر عملکر کلزا می‌باشد، تعیین تاریخ کاشت بهینه مبتنی بر شرایط اقلیمی و سایر عوامل محیطی و خصوصیات ارقام امکان دست‌یابی به عملکردهای مناسب را فراهم می‌سازد. این آزمایش با هدف بررسی عکس‌العمل ژنوتیپ‌های کلزا در کشت تأخیری و خشکی آخر فصل ناشی از محدودیت منابع آب در ابتدا و انتهای فصل رشد و ارزیابی برخی از خصوصیات زراعی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر کشت تأخیری بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد وبرخی خصوصیات زراعی ارقام زمستانه کلزا تحت شرایط آبیاری بهینه (آبیاری تا پایان فصل رشد) و تنش خشکی آخر فصل (قطع آبیاری از مرحله نمو خورجین‌ها تا پایان دوره رشد) دو آزمایش جداگانه بصورت آزمایش کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های ۹۵-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۵۹۶ متر از سطح دریای آزاد و میانگین ۳۰ ساله بارندگی ۳۰۸ میلی‌متر و درجه حرارت‌های حداقل، حداکثر و میانگین بترتیب ۱/۷، ۲۵/۷ و ۱۶/۴ درجه سانتی‌گراد و آب و هوای نسبتا معتدل و زمستان توام با بارندگی و تابستان گرم وخشک اجرا شد.

تاریخ‌های کاشت بعنوان کرت اصلی در سه سطح شامل (۱۵ مهر،۲۵ مهرو ۵ آبان) و ارقام در کرت‌های فرعی در چهار سطح شامل ارقام بازگرده‌افشان طلایه و اکاپی و هیبریدهای نپتون و الویس بودند. هرکرت فرعی شامل سه پشته به عرض ۶۰ سانتی‌متر با دو ردیف کاشت روی هرپشته به فاصله ۳۰ سانتیمتر و طول ردیف پنج متر بود.

بر اساس آزمون خاک (جدول ۱) معادل ۲۵۰کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۲۳۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار تامین گردید که تمام کود فسفردر ابتدا و کود اوره در سه نوبت قبل از کشت، پس از رشد مجدد و مرحله شروع گلدهی مصرف گردید. برای کنترل علف‌های هرز از علف‌کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر درهکتار قبل از کشت و مخلوط با خاک استفاده شد.

به منظور اطمینان از داشتن تراکم مطلوب، در هنگام کشت بذر بیشتری استفاده شد. برای سبزشدن سریع و یکنواخت، آبیاری با سیفون و بصورت نشتی انجام گردید. برای دست‌یابی به تراکم مورد نظر (۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع بترتیب برای هیبریدها و ارقام بازگرده‌افشان) در مرحله ۶-۴ برگی نسبت به تنک مزرعه با اعمال فاصله روی ردیف ۵/۵ و ۸ سانتی‌متر بترتیب برای هیبریدها و ارقام بازگرده‌افشان اقدام گردید.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of soil of experimental field

عمق نمونه برداری (سانتی‌متر) Sampling Depth (cm)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS/m)	اسیدیته PH	درصد کربن آلی Organic C (%)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available K2O ($mgkg^{-1}$)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available P2O5 ($mgkg^{-1}$)	رطوبت وزنی در ظرفیت زراعی Moistuer content at field capacity	درصد (٪) شن Sand	لای Loam	رس Clay	بافت خاک Soil textuer
0-30	1.51	8	1.23	412	1.8	23.2	24	37.4	38.6	Clay loam کلی لوم
30-60	1.56	8	1.20	394	1.0	22.2	24	39.2	36.8	

یـک نوبـت وجـین نیـز قبـل ازشـروع رشـد مجـدد بـه منظـور کنتـرل علف‌هـای هـرز پهن‌بـرگ انجـام شـد. کنتـرل شـته مـومی (*Bervicoryne brassicace* L.) در مرحلـه رشد طولی ساقه با آفت‌کش متاسیستوکس بـه میزان ۱/۵ لیتر در هکتار و با آفت‌کش پریمـور در مرحلـه گلـدهی بـه میـزان نـیم کیلـوگرم در هکتـار بـا اسـتفاده ازسـمپاش توربـولاینر انجـام گرفت.

رسیدگی فیزیولوژیک از طریق ارزیابی تغییر رنگ دانه در خورجین‌های ساقه اصلی ارتفـاع بوته، تعـداد خـورجین در گیـاه، تعـداد دانـه در خورجین با انتخاب تصادفی ۱۰ بوته از هر کرت و تعیـین وزن هـزار دانـه بـا تـوزین سـه نمونـه ۱۰۰۰ تایی از نمونه عملکردی انجام گردید.

برای تعیین عملکـرد بیولـوژیکی و عملکـرد دانه مساحتی معادل ۲/۴ مترمربع (۲ متر طولی از چهار ردیـف وسـط هـر کـرت) بـا رعایـت اثـر حاشـیه‌ای کـف‌بر و برداشـت شـد. بـا تـوزین زیست‌توده و عملکرد دانه در مساحت برداشـت شـده شـاخص برداشـت نیـز محاسـبه گردیـد. داده‌های هواشناسـی نیـز از ایسـتگاه سـینوپتیک تحقیقـات هواشناسـی زرقـان دریافـت گردیـد (جدول ۲).

بر اساس آزمـون بارتلـت همگنـی واریـانس اشتباهات آزمایشی تجزیـه واریـانس مرکـب بـر روی صـفات انـدازه‌گیری شـده انجـام شـد. داده‌های آزمـایش بـا نـرم افـزار SAS تجزیـه و میانگین‌هـا بـا آزمـون LSD محافظـت شـده در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشـان داد اثـر آبیاری، تاریخ کاشت، رقم و اثر متقابل آنهـا بـر تعداد روز تـا رسـیدگی فیزیولـوژیکی معنـی‌دار بود (جدول ۳). نتایج برش‌دهی اثر متقابل تاریخ کاشـت × رقـم بیـانگر کـاهش تعـداد روز تـا رسیدگی فیزیولوژیکی ارقام با تأخیر درکاشـت بود (شکل ۱). در عین حـال عکس‌العمـل ارقـام در تاریخ‌هـای مختلـف کشـت بـرای ایـن خصوصیات متفاوت و تنها در تاریخ‌های کشـت ۱۵ و ۲۵ مهرماه معنی‌دار بود.

اثر متقابل سال × آبیاری × رقم نیز بر تعـداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی در سطح احتمـال یک درصد معنی‌دار بود و در هر دو سال اجرای آزمـایش بـا قطـع آبیـاری کـاهش یافـت. امـا برش‌دهی فیزیکی نشان داد ارقـام مـورد بررسـی در هر یک از تیمارهای آبیاری تفاوت معنـی‌دار آماری نداشتند(داده‌ها ارائه نگردیده است). اثـر متقابل سال × تاریخ کاشت نیز در سطح احتمـال یک درصد معنی‌دار بود و مقایسه میـانگین ایـن اثر نشان داد در هر دو سال بـا تـأخیر در کاشـت تعـداد روز تـا رسـیدگی فیزیولـوژیکی کـاهش یافت (شکل ۲).

با توجه بـه اینکـه تـأخیر در کاشـت از یـک طرف فرصت بهینـه اسـتفاده از شـرایط محیطـی اول فصـل را محـدود و از طـرف دیگـر بـدلیل

جدول ۲- آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان در دو سال زراعی۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

Table 2. Meteorological information of Zarghan agricultural research station in two cropping seasons 2014-15 and 2015-16

		بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)		درجه حرارت (سانتی‌گراد) Tempreture (˚c)					
				2015-16 سال۹۵- ۱۳۹۴			2014-15 سال ۹۴- ۱۳۹۳		
Month	ماه	۱۳۹۳-۹۴ 2014-15	۹۵-۱۳۹۴ 2015-16	حداقل Min.	حداکثر Max.	میانگین Mean	حداقل Min.	حداکثر Max.	میانگین Mean
Sep. – Oct.	مهر	0.0	3.4	11.6	30.6	21.1	11.2	31.0	21.1
Oct. – Nov.	آبان	22.5	76.2	2.9	21.1	12.0	5.9	21.0	13.4
Nov. – Dec.	آذر	41.5	10.3	0.9	15.7	8.3	-0.1	15.5	7.7
Dec. – Jan.	دی	11.6	86.8	-0.2	14.9	7.4	-0.4	12.7	6.1
Jan. – Feb.	بهمن	56.4	10.6	1.9	16.8	9.4	-2.0	14.5	6.3
Feb. – Mar.	اسفند	36.0	5.3	1.9	16.7	9.3	4.2	19.5	11.8
Mar.– Apr.	فروردین	21.5	30.8	7.5	23.0	15.2	5.3	21.1	13.2
Apr. – May	اردیبهشت	8.5	3.8	11.2	29.9	20.5	12.3	30.3	21.3
May – June	خرداد	0.0	0.0	17.1	36.1	26.6	14.5	34.6	24.6

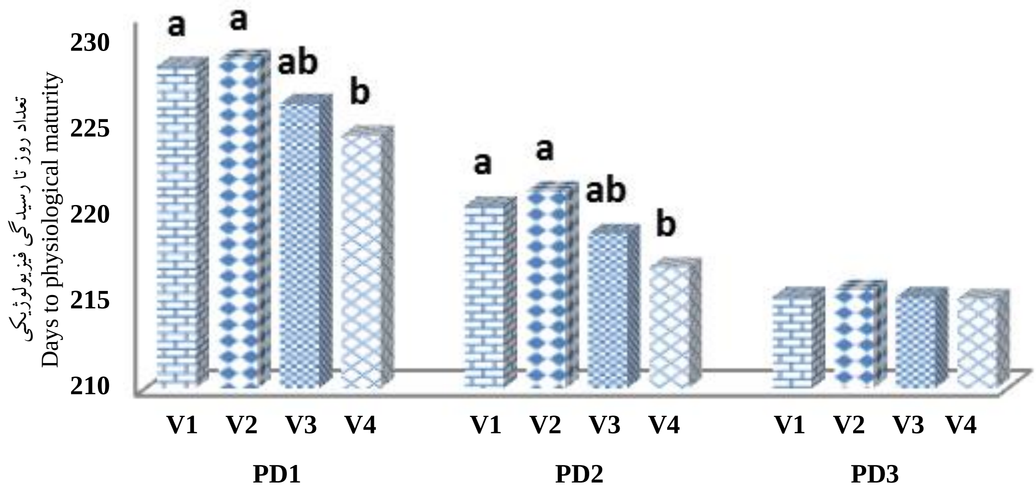
جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب برای صفات مختلف زراعی ارقام کلزا در تاریخ‌های مختلف کشت و رژیم‌های آبیاری در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۳

Table 3. Combined analysis of variance for different agronomic traits of canola cultivars in different planting dates and irrigation regimes in 2014-16 cropping seasons

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df.	Mean squares میانگین مربعات تعداد روز تا رسیدگی Days to Physiological maturity	ارتفاع گیاه Plant height	تعداد خورجین در گیاه Pod no. /Plant	تعداد دانه در خورجین Seed no. /Pod	وزن هزار دانه 1000 seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
Year (Y)	سال	1	8.51^{ns}	2.01^{ns}	2458.51**	106.78**	0.96**	5574321.0**	3014853.44**	196.23**
Irrigation (I)	آبیاری	1	1139.06**	4171.01**	10050.06**	684.69**	7.32**	27820350.3**	46838054.7**	702.69**
I × Y	آبیاری × سال	1	60.06**	19.51^{ns}	8.51^{ns}	11.11^{ns}	0.06*	601141.8**	379456.0^{ns}	14.35*
Error 1	خطای ۱	8	1.97	4.19	24.25	9.36	0.01	24343.7	134262.91	1.96
Planting date (PD)	تاریخ کاشت	2	1491.51**	2009.05**	4497.92**	6.86*	0.92^{ns}	5162982.3**	45755866.19**	26.65**
I × PD	آبیاری × تاریخ کاشت	2	34.31**	78.05**	1.90^{ns}	5.86*	0.004^{ns}	198802.3**	110330.88^{ns}	5.53**
Y × PD	تاریخ کاشت × سال	2	33.13**	23.84*	13.80^{ns}	8.78**	0.001^{ns}	29870.3^{ns}	80321.3^{ns}	2.27^{ns}
I × PD × Y	آبیاری × تاریخ کاشت × سال	2	2.27^{ns}	49.17**	13.13^{ns}	0.19^{ns}	0.002^{ns}	68789.7*	50668.3^{ns}	2.92*
Error 2	خطای ۲	16	3.55	5.35	18.43	1.24	0.01	18298.3	190417.8	0.78
Variety (V)	رقم	3	60.66**	707.66**	3664.19**	9.38**	0.21**	2665955.5**	16941199.9**	32.15**
I × V	آبیاری × رقم	3	16.43**	27.73^{ns}	7.64^{ns}	3.27^{ns}	0.06**	70352.5*	126939.68^{ns}	1.04^{ns}
V × Y	رقم × سال	3	7.95*	338.73**	57.41^{ns}	13.06**	0.03^{ns}	360792.1**	1432925.9**	11.73**
I × V × Y	آبیاری × رقم × سال	3	22.28**	21.71^{ns}	36.90^{ns}	2.39^{ns}	0.01^{ns}	36183.7^{ns}	28911.65^{ns}	1.27^{ns}
PD × V	تاریخ کاشت × رقم	6	11.13**	39.84**	50.75^{ns}	4.16^{ns}	0.03*	30352.0**	542842.11^{ns}	4.70^{ns}
I × PD × V	آبیاری × تاریخ کاشت × رقم	6	3.04^{ns}	14.30^{ns}	29.72^{ns}	1.94^{ns}	0.1^{ns}	44278.0*	255272.8^{ns}	1.59^{ns}
PD × V × Y	تاریخ کاشت × رقم × سال	6	3.72^{ns}	41.09**	61.90*	21.67**	0.001^{ns}	42177.30^{ns}	90447.54^{ns}	2.66^{ns}
I × PD × V × Y	آبیاری × تاریخ کاشت × رقم × سال	6	3.30^{ns}	14.07^{ns}	23.49^{ns}	0.64^{ns}	0.01^{ns}	39783.1^{ns}	204365.4^{ns}	1.13^{ns}
Error 3	خطای۳	72	2.06	10.66	27.46	2.08	0.01	22680.5	105502.2	1.30
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		0.65	2. 30	4.76	6.73	3.59	4.66	2.4	4.9

* و ** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.
ns: غیر معنی‌دار.

* and ** : Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.
ns: Not- significant.



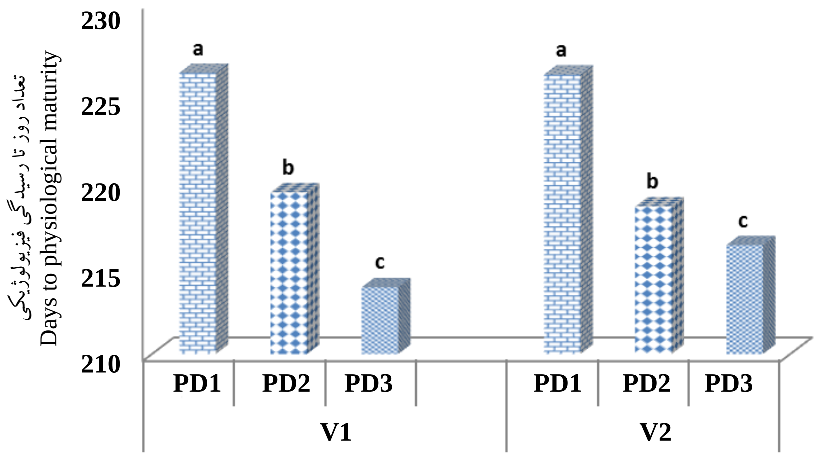
شکل ۱- اثر تاریخ کاشت بر تعداد روز تا رسیدگی ژنوتیپ‌های کلزا

PD1، PD2 و PD3 = بترتیب تاریخ کاشت ۱۵ و ۲۵ مهر و ۵ آبان

V1، V2، V3 و V4 = بترتیب رقم اکاپی، الویس، نپتون و طلایه

Fig. 1. Effect of planting date on days to physiolocical maturity of rapessed genotypes

PD1, PD2 and PD3 = 7, 17 and 27 Oct. planting dates, respectively
V1, V2, V3 and V4 = Okapi, Elvis, Neptune,Talaye, respectively



شکل ۲ - اثرمتقابل تاریخ کاشت × سال بر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی

PD1، PD2 و PD3 = بترتیب تاریخ کاشت ۱۵ و ۲۵ مهر و ۵ آبان

Y1 و Y2 = به ترتیب سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

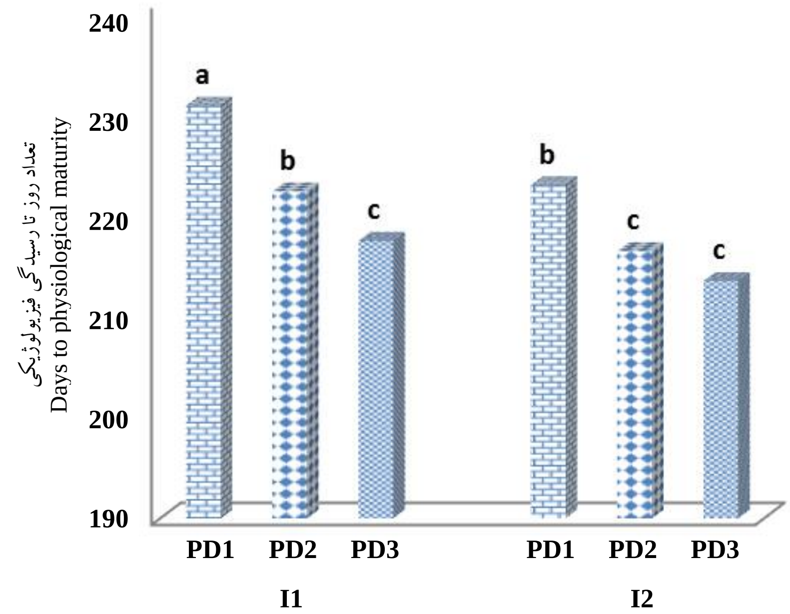
Fig. 2. Interaction effect of planting date × year on days to physiological maturity

PD1, PD2 and PD3 = 7, 17 and 27 Oct. planting dates, respectively
Y1 and Y2 = 2014 -15 and 2015 -16 growing seasons, respectively

افزایش درجه حرارت و کاهش رطوبت نسبی هوا و خاک در پایان فصل ادامه رشد را با محدودیت مواجه می‌نماید منجر به کاهش تعداد روز

تارسیدگی می‌گردد.

فرجی (Faraji, 2016) نیز کاهش تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی در اثر تأخیر در کاشت در ژنوتیپ‌های کلزا را گزارش کرده‌است. اثر متقابل آبیاری × تاریخ کاشت نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی با قطع آبیاری در مرحله نمو خورجین و تأخیر در کاشت کوتاه گردید (شکل ۳). کاهش طول دوره رشد ناشی از تنش خشکی می‌تواند بدلیل ممانعت ویا توقف برخی از فعالیت‌های فیزیولوژیکی و یا آنزیمی باشد (Tabatabaee *et al.*, 2011).



شکل ۳- اثرمتقابل آبیاری × تاریخ کاشت بر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی

PD1، PD2 و PD3 = بترتیب تاریخ کاشت ۱۵ و ۲۵ مهر و ۵ آبان

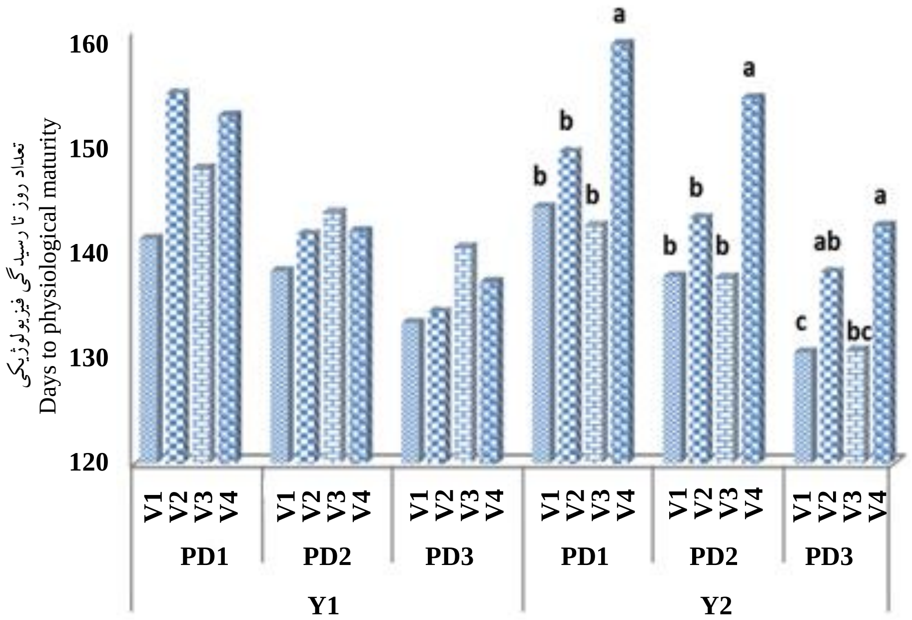
I1 و I2 = بترتیب آبیاری بهینه و خشکی آخر فصل

Fig. 3. Interaction effect of irrigation and planting date on days to physiological maturity

P1, P2 and P3 = 7, 17 and 27 Oct. planting dates, respectively
I1 = Optimum irrigation and I2 = Terminal drought

ارتفاع گیاه

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر آبیاری، تاریخ کاشت، رقم و اثر متقابل آنها قرار گرفت(جدول ۴). اثر متقابل سال × تاریخ کاشت × رقم نشان داد که در هر دو سال اجرای آزمایش با تأخیر در کاشت ارتفاع گیاه ارقام کاهش یافت، اگرچه در سال اول این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود (شکل ۴). اثر متقابل سال × آبیاری × تاریخ‌کاشت بر ارتفاع گیاه نیز در



شکل ۴- اثرمتقابل تاریخ کاشت × رقم × سال بر ارتفاع گیاه

PD1، PD2 و PD3 = بترتیب تاریخ کاشت ۱۵ و ۲۵ مهر و ۵ آبان

Y1 و Y2 = بترتیب سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

Fig. 4. Interaction effect of planting date × variety × year on plant height

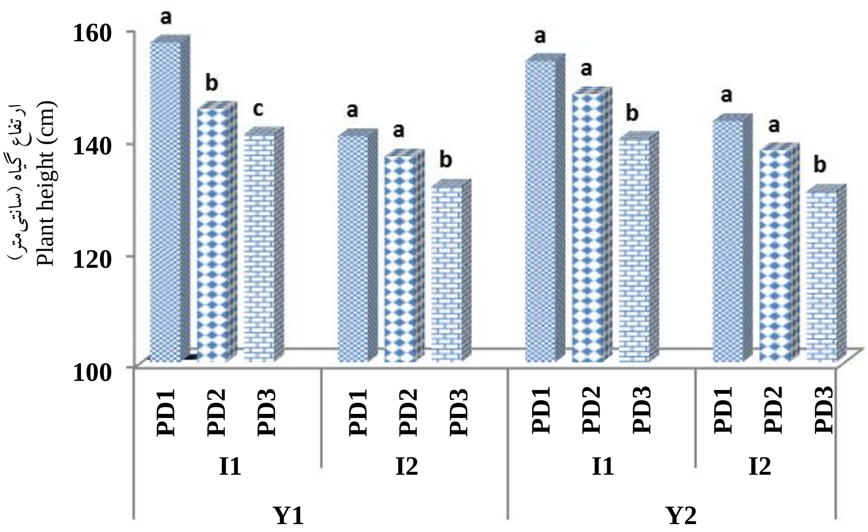
P1, P2 and P3 = 7, 17 and 27 Oct. planting dates, respectively

Y1 and Y2 = 2014 -15 and 2015 -16 growing seasons, respectively

سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد در هر دو سال اجرای آزمایش ارتفاع گیاه با تنش خشکی و تأخیر در کاشت کاهش یافت (شکل ۵).

اثر متقابل آبیاری در تاریخ کاشت در رقم (داده‌ها ارائه نشده است) نیز نشان داد در شرایط مطلوب آبیاری و در تمام تاریخ‌های کشت رقم طلایه نسبت به سایر ارقام از ارتفاع بوته بیشتری برخوردار بود. در عین حال در شرایط تنش خشکی اگر چه این رقم از نظر قدر مطلق ارتفاع بوته باز هم نسبت به سایر ارقام برتری داشت اما در تاریخ کشت‌های دوم و سوم با هیبریدهای الویس و نپتون در یک تفاوت معنی‌دار نداشت و نشان داد که رقم طلایه در هر دو شرایط آبیاری از ثبات بیشتری برای ارتفاع گیاه برخوردار بود.

معمولاً ارتفاع گیاه بارزترین مشخصه ژنتیکی در گیاهان زراعی است که در اثر تغییرات محیطی دچار نوسان می‌گردد. تنش خشکی به عنوان یک عامل محیطی، منتج به کاهش رطوبت خاک و در نتیجه کاهش مواد فتوسنتزی شده و در نهایت باعث می‌شود گیاه به پتانسیل ارتفاع خود نرسد. کاهش ارتفاع ناشی از تنش خشکی توسط سعیدالاهل و



شکل ۵- اثرمتقابل آبیاری × تاریخ کاشت × سال بر ارتفاع گیاه

PD1، PD2 و PD3 = بترتیب تاریخ کاشت ۱۵ و ۲۵ مهر و ۵ آبان

Y1 و Y2 = بترتیب سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

I1 و I2 = بترتیب آبیاری بهینه و خشکی آخر فصل

Fig. 5. Interaction effect of irrigation × planting date × year on plant height

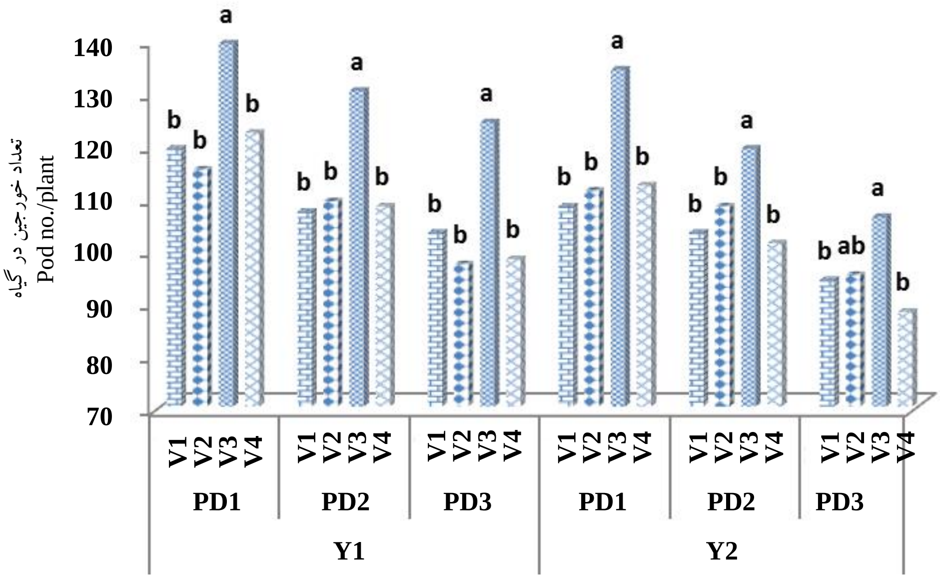
PD1, PD2 and PD3 = 7, 17 and 27 Oct. planting dates, respectively
Y1 and Y2 = 2014 -15 and 2015 -16 growing seasons, respectively
I1 = Optimum irrigation; I2 = Terminal drought

همکاران (Said-Al Ahl *et al.*, 2016) نیز تایید شده است.

تعداد خورجین در گیاه

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد تعداد خورجین درگیاه در سطح احتمال پنج درصد تحت تاثیر اثر متقابل سال × تاریخ کاشت × رقم و در سطح احتمال یک درصد متاثر از اثر رقم، تاریخ کاشت، آبیاری و سال بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل سال × تاریخ‌کاشت در رقم نشان داد بیشترین تعداد خورجین در هر دو سال و در هر سه تاریخ کاشت به هیبرید نیتون تعلق داشت. اگر چه با تأخیر در کاشت از ۱۵ مهر به ۵ آبان تعداد خورجین در گیاه در این هیبرید کاهشی ۱۱/۲ و ۲۰/۷ درصدی را به ترتیب در سال اول و دوم نشان داد (شکل ۶).

مقایسه میانگین‌ها حاکی از کاهش ۱۴/۱ درصدی تعداد خورجین در گیاه در شرایط تنش خشکی آخر فصل نسبت به شرایط بهینه و کاهش ۱۶/۲ درصدی آن در تاریخ کشت ۵ آبان نسبت به ۱۵ مهر بود (جدول ۵). فرجی (Faraji, 2016) و باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2016) نیز در ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های کلزا به تاریخ کاشت کاهش تعداد خورجین در گیاه را با تأخیر در کاشت گزارش



شکل ۶- اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم × سال بر تعداد خورجین

P1، P2 و P3 = بترتیب تاریخ کاشت ۱۵ و ۲۵ مهر و ۵ آبان
Y1 و Y2 = بترتیب سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴
V1، V2، V3 و V4 = بترتیب رقم اکاپی، الویس، نپتون و طلایه

Fig. 6. Interaction effect of planting date × variety × year on pod number per plant

P1, P2 and P3 = 7, 17 and 27 Oct. planting dates, respectively
Y1 and Y2 = 2014 -15 and 2015 -16 growing seasons, respectively
V1, V2, V3 and V4 = Okapi, Elvis, Neptune, Talaye, respectively

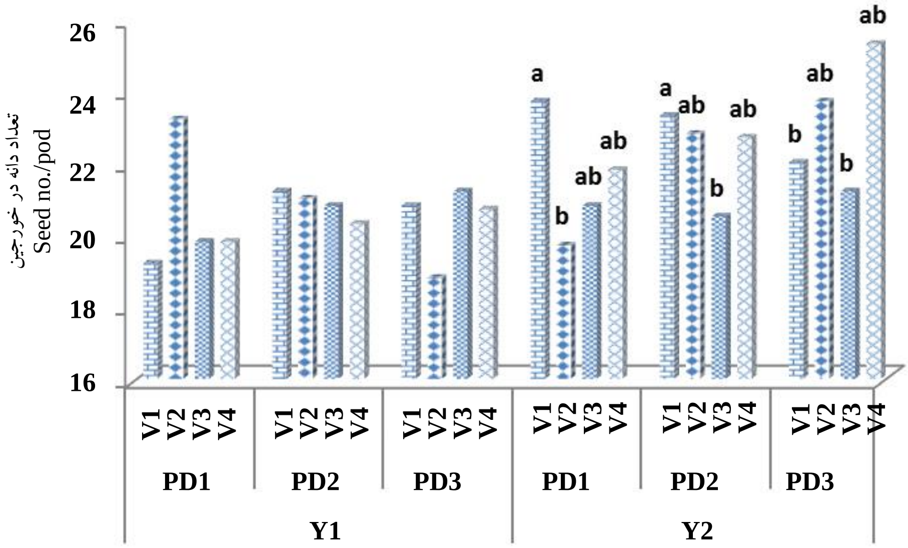
کرده‌اند.

پتانسیل عملکردی هر رقم متاثر از ژنتیک، محیط و اثر متقابل آن‌ها و همچنین مدیریت فیزیولوژیکی از عملکرد بالاتری برخوردارند. در این آزمایش نپتون بدلیل ماهیت هیبریدی و برتری هتروزیس ناشی از آن ظرفیت بالایی در تولید خورجین به عنوان یکی از اجزای عملکرد نشان داد. واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف ناشی از تفاوت توانایی آنها در سازگاری و بهره‌برداری از منابع در آزمایشات مختلف نیز توسط سایر محققین (Sharifi *et al.*, 2016; Zebarjadi *et al.*, 2015) زراعی می‌باشد. از این‌رو ارقام با قابلیت بهره‌وری بیشتر منابع با استفاده از ظرفیت‌های ژنتیکی، مرفولوژیکی، فنولوژیکی و گزارش شده است.

تعداد دانه در خورجین

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد علاوه بر اثر ساده، اثر متقابل سال × تاریخ کاشت، سال × رقم و سال × تاریخ کاشت × رقم در سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار بود (جدول ۳). اگرچه اثر متقابل سال × تاریخ کاشت × رقم بر تعداد دانه

در خـــورجین معنـــی‌دار بـــود. بـــا ایـــن وجـــود برش‌دهـــی فیزیکـــی نشـــان داد تنهـــا در ســـال دوم اجـــرای آزمـــایش، تفـــاوت معنـــی‌داری در ارقـام بـرای ایـن خصوصـیت در تاریخ‌هـای مختلـف کاشـت وجـود داشـت (شکل ۷).



شکل ۷- اثرمتقابل تاریخ کاشت × رقم × سال بر تعداد دانه در خورجین

P1، P2 و P3 = بترتیب تاریخ کاشت ۱۵ و ۲۵ مهر و ۵ آبان

Y1 و Y2 = بترتیب سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

V1، V2، V3 و V4 = بترتیب رقم اکاپی، الویس، نپتون و طلایه

Fig. 7. Interaction effect of planting date × variety × year on seed number per pod

P1, P2 and P3 = 7, 17 and 27 Oct. planting dates, respectively
Y1 and Y2 = 2014 -15 and 2015 -16 growing seasons, respectively
V1, V2, V3 and V4 = Okapi, Elvis, Neptune, Talaye, respectively

بر این اساس بیشترین تعداد دانه در خورجین در سـال دوم درتاریخ‌هـای کاشـت ۱۵ و ۲۵ مهـر مربوط به رقم اکاپی و در تاریخ کاشـت ۵ آبـان مربوط به رقم طلایـه بـود. ایـن امـر بیـان کننـده واکـــنش متفـــاوت ارقـــام بـــه تاریخ‌هـــای مختلـف کاشـت و همچنـین شـرایط اقلیمـی حـاکم بـر آزمـایش در سـال‌های اجـرای آن می‌باشـــد. ســـید احمـــدی و همکـــاران (Seyed Ahmadi *et al*., 2015) نیـز اثـر ژنوتیپ بر تعـداد دانـه در خـورجین را معنـی‌دار گزارش کرده‌اند.

اثر تیمار آبیاری بر تعـداد دانـه در خـورجین نیـز نشـان‌دهنده کـاهش ۱۸/۲ درصـدی ایـن خصوصـیت در اثـر قطـع آب از مرحلـه نمـو خورجین بـود (جـدول ۴). زیرگلـی و کهریـزی (Zirgoli and Kahrizi, 2015) نیز اثر معنی‌دار تنش خشکی بر تعداد دانه در خورجین در ارقام کلزا را گزارش کرده‌اند. نتـایج همچنـین نشـان

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سال، آبیاری، تاریخ کاشت و رقم بر برخی صفات زراعی در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۳

Table 4. Mean comparison of year, irrigation, planting date and variety effects on some agronomic traits in 2014 -16 cropping seasons

		تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی Days to physiological maturity	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد خورجین در گیاه Pod no. /Plant	تعداد دانه در خورجین Seed no. /Pod	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield ($kgha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی Biological yield ($kgha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)
					Year سال				
2014-15	۹۴-۱۳۹۳	219.7	141.8	114.2a	20.6b	3.13b	3430a	13800a	24.69a
2015-16	۹۵-۱۳۹۴	220.2	142.1	105.9b	22.3a	3.30a	3037b	13510b	22.35b
LSD 5%		0.5	0.8	1.9	1.2	0.04	60.0	141	0.54
					Irrigation آبیاری				
Optimum irrigation	آبیاری بهینه	222.7a	147.3a	118.4a	23.6a	3.44a	3673a	14225a	25.73a
Terminal drought	خشکی آخر فصل	217.1b	136.6b	101.7b	19.3b	2.99b	2794b	13085b	21.31b
LSD 5%		0.5	0.8	1.9	1.2	0.04	60.0	141	0.54
					Planting date تاریخ کاشت				
7 October	۱۵ مهر	226.0a	148.5a	119.9a	21.0b	3.36a	3531a	14581a	24.09a
17 October	۲۵ مهر	218.8b	141.8b	109.8b	21.6a	3.20b	3288b	13749b	23.80a
27 October	۵ آبان	215.0c	135.5c	100.5c	21.7a	3.09c	2882c	12635c	22.68b
LSD 5%		0.8	1.0	1.9	0.5	0.05	59	189	0.38
					Variety رقم				
Okapi	اکاپی	220.7a	137.2d	105.7b	21.7a	3.11c	3310b	13548b	24.24a
Elvis	الویس	221.2a	143.1b	104.6b	21.4a	3.21b	2838c	12727c	22.23c
Nepton	نپتون	219.5b	140.0c	125.2a	20.7b	3.25ab	3326b	14132a	23.41b
Talaveh	طلایه	218.3c	147.5a	104.8b	21.9a	3.29a	3460a	14213a	24.21a
LSD 5%		0.7	1.5	2.5	0.7	0.05	70.8	153	0.54

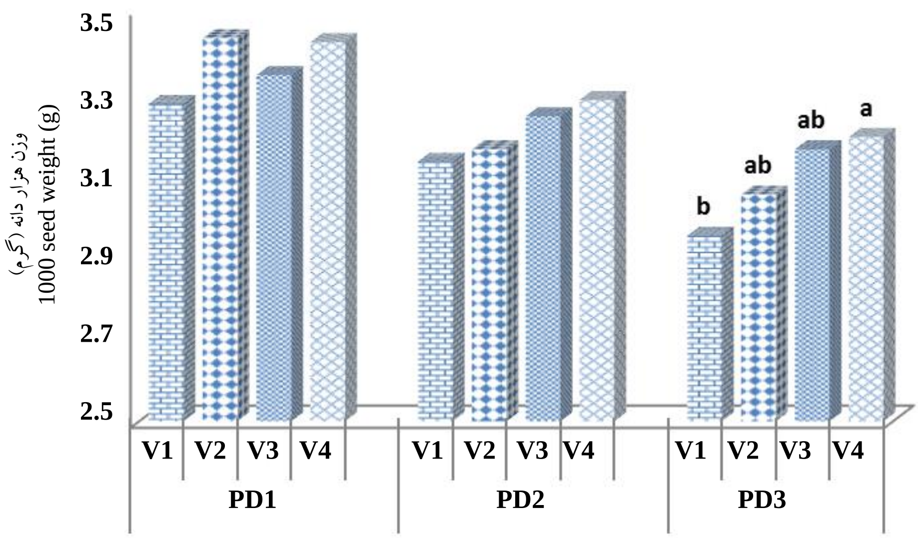
میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan’s multiple range test.

داد بیشترین تعداد دانه در خورجین مربوط به تیمارهایی بود که تعداد خورجین در گیاه کمتری داشتند و این امر خاصیت جبرانی اجزاء عملکرد را تائید می کند (جدول ۵).

وزن هزار دانه

اثر سال، آبیاری، رقم و اثر متقابل آبیاری × رقم در سطح احتمال یک درصد و همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم و سال در آبیاری در سطح احتمال پنج درصد بر وزن هزاردانه معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ‌کاشت × رقم نشان داد در تاریخ‌های کشت ۱۵ و ۲۵ مهر تفاوت معنی‌داری بین ارقام از نظر وزن هزار دانه وجود نداشت و تنها در تاریخ‌کاشت ۵ آبان این تفاوت معنی‌داربود. ارقام طلایه و اکاپی به ترتیب بیشترین (۳/۱۹ گرم) و کمترین (۲/۹۵ گرم) وزن هزار دانه را بخود اختصاص دادند (شکل ۸). تفاوت وزن هزار دانه در تاریخ کاشت ۵ آبان در مقایسه با تاریخ‌های ۱۵ و ۲۵ مهر را می‌توان احتمالا به واکنش متفاوت ارقام بر مبنای ظرفیت‌های ژنتیکی آن‌ها در فصل رشد محدود و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی نسبت داد.



شکل ۸- اثرمتقابل تاریخ کاشت × رقم بر وزن هزار دانه

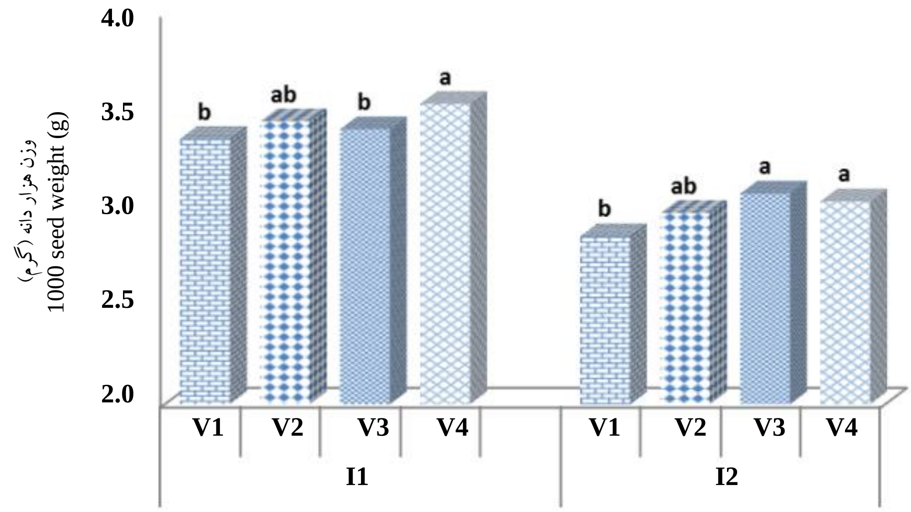
PD1، PD2 و PD3 = بترتیب تاریخ کاشت ۱۵ و ۲۵ مهر و ۵ آبان

V1، V2، V3 و V4 = بترتیب رقم اکاپی، الویس، نپتون و طلایه

Fig. 8. Interaction effect of planting date × variety on 1000 seed weight

PD1, PD2 and PD3 = 7, 17 and 27 Oct. planting dates, respectively
V1, V2, V3 and V4 = Okapi, Elvis, Neptune, Talaye, respectively

مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری × رقم (شکل ۹) نیز نشان داد وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها در تیمار قطع آبیاری از مرحله نمو خورجین، نسبت به آبیاری بهینه کاهش یافت که این



شکل ۹- اثرمتقابل آبیاری × رقم بر وزن هزار دانه

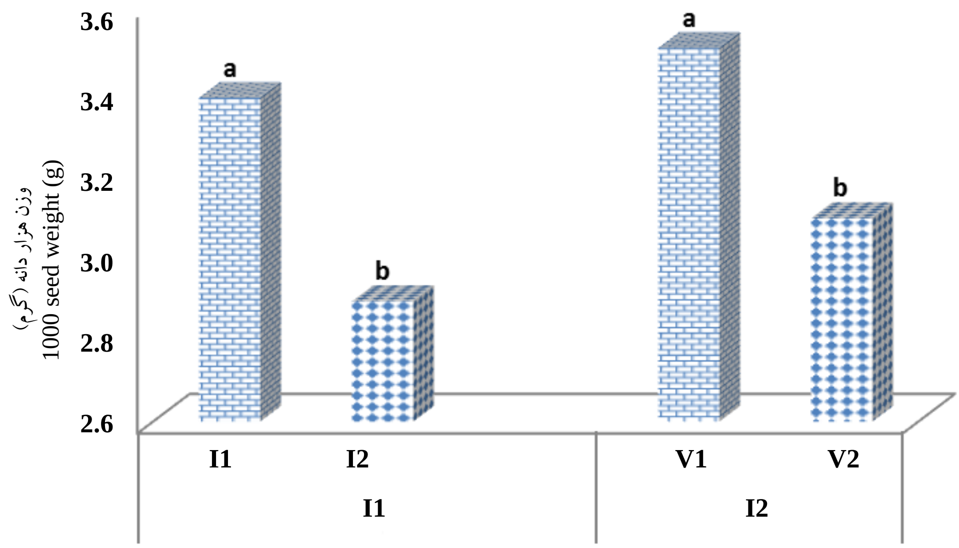
V1، V2، V3 و V4 = بترتیب رقم اکاپی، الویس، نپتون و طلایه
I1 و I2 = بترتیب آبیاری بهینه و خشکی آخر فصل

Fig. 9. Interaction effect of irrigation × variety on 1000 seed weight
V1, V2, V3 and V4 = Okapi, Elvis, Neptune, Talaye, respectively
I1 = Optimum irrigation; I2 = Terminal drought

کاهش برای ارقام اکاپی، الویس، نپتون و طلایه به ترتیب ۱۴/۹، ۱۳/۶، ۹/۷ و ۱۴/۱ درصد بود. به نظر می‌رسد تنش خشکی در مرحله نمو خورجین هم از طریق کاهش طول فصل رشد و ظرفیت فتوسنتزی جاری گیاه و هم از طریق محدودیت انتقال مجدد مواد سهم دانه از مواد فتوسنتزی و ذخیره‌ای را کاهش داده و منجر به کاهش وزن هزاردانه شد. اگرچه هیبرید نپتون کمترین اثرپذیری منفی را داشت.

کاهش بخشی از عملکرد دانه ناشی از کاهش وزن هزار دانه توسط زیرگلی و کهریزی نیزگزارش شده است (Zirgoli and Kahrizi, 2015). در مقابل نیز گزارش شده‌است که اگرچه تنش خشکی در کلزا از مرحله گلدهی به بعد باعث کاهش عملکرد دانه و اجزای آن شد، ولی تاثیر آن بر کاهش وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (Hatamvand *et al*., 2015).

مقایسه میانگین اثر متقابل سال × آبیاری (شکل ۱۰) نیز نشان داد در هردو سال اجرای آزمایش قطع آبیاری از مرحله نمو خورجین باعث کاهش وزن هزار دانه گردید که میزان آن برای سال اول و دوم به ترتیب ۱۴/۵ و ۱۱/۷ درصد بود. کاهش بیشتر وزن هزار دانه در شرایط تنش خشکی در سال اول را می‌توان به درجه حرارت‌های بالاتر خرداد سال اول در مقایسه با سال دوم مرتبط دانست که احتمال افزایش تنفس و کاهش انتقال مجدد مواد را به



شکل ۱۰- اثرمتقابل آبیاری × سال بر وزن هزار دانه

I1 و I2 = بترتیب آبیاری بهینه و خشکی آخر فصل

Y1 و Y2 = بترتیب سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

Fig. 10. Interaction effect of irrigation × year on 1000 seed weight

I1 = Optimum irrigation; I2 = Terminal drought

Y1 and Y2 = 2014 -15 and 2015 -16 growing seasons, respectively

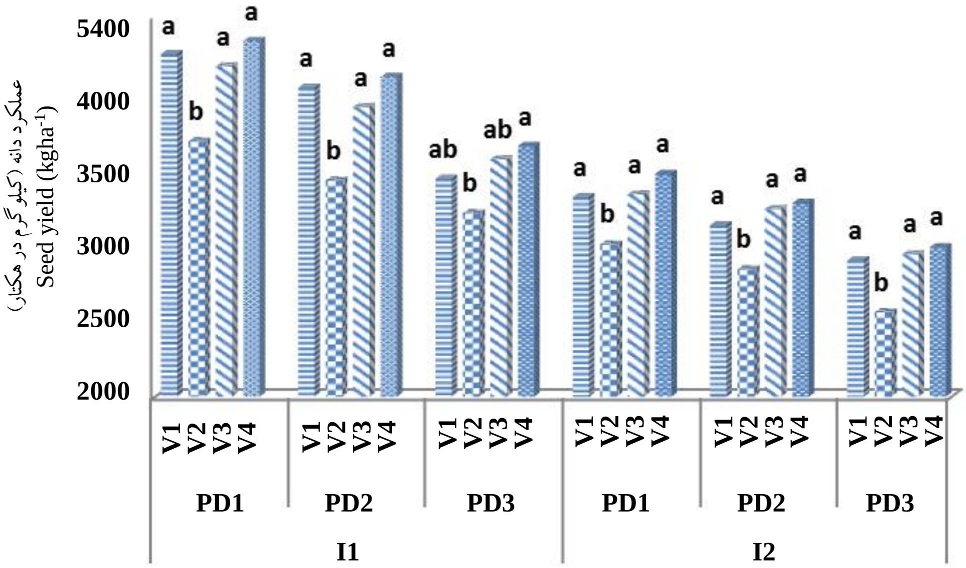
همراه داشت.

عملکرد دانه

اثر متقابل آبیاری × تاریخ کاشت × رقم بر عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین این اثر متقابل نشان داد که عملکرد دانه ارقام در تاریخ‌های مختلف کشت و در هر دو تیمار آبیاری باهم تفاوت داشتند. در عین حال کمترین عملکرد دانه مربوط به هیبرید الویس بود و بقیه ارقام تفاوت معنی‌دار نداشتند (شکل ۱۱).

اثر متقابل سال × رقم نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج نشان داد ارقام در هر دو سال تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه داشتند. رقم طلایه در سال اول با عملکرد دانه ۳۶۵۳ کیلوگرم به همراه رقم اکاپی و هیبرید نیتون با عملکردهای ۳۶۱۳ و ۳۵۶۷ کیلوگرم در هکتار برتر از هیبرید الویس با عملکرد ۲۹۰۷ کیلوگرم در هکتار بودند. در سال دوم نیز رقم طلایه، هیبرید نیتون و رقم اکاپی به ترتیب با عملکردهای ۳۲۸۶، ۳۰۸۵ و ۳۰۰۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به هیبرید الویس با عملکرد ۲۷۶۹ کیلوگرم در هکتار برتری داشتند (شکل ۱۲).

اثر متقابل سال × آبیاری × تاریخ کاشت نیز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین این اثر متقابل نشان داد در هر دو سال اجرای آزمایش و در هردو تیمار آبیاری عملکرد دانه در تاریخ‌های

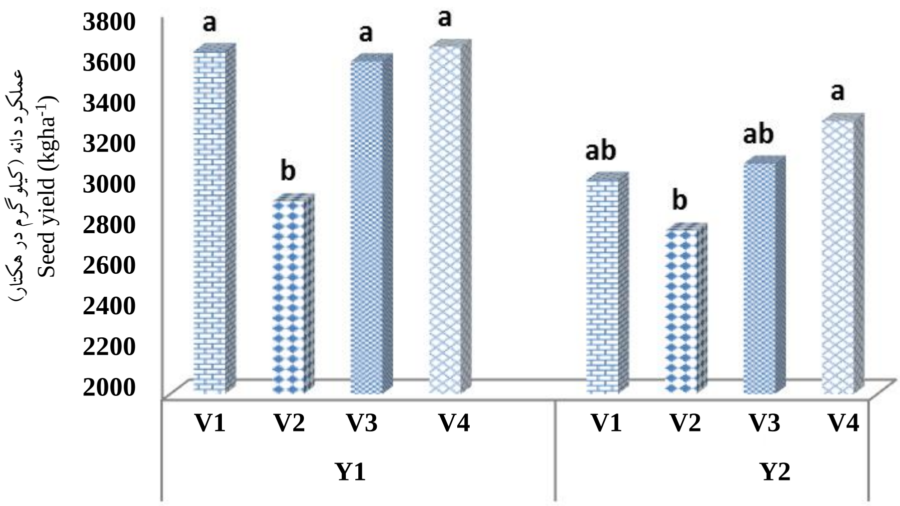


شکل ۱۱- اثرمتقابل آبیاری × تاریخ کاشت × رقم بر عملکرد دانه

PD1، PD2 و PD3 = بترتیب تاریخ کاشت ۱۵ و ۲۵ مهر و ۵ آبان
Y1 و Y2 = بترتیب سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴
V1، V2، V3 و V4 = بترتیب رقم اکاپی، الویس، نپتون و طلایه

Fig. 11. Interaction effect of irrigation × planting date × variety on seed yield

PD1, PD2 and PD3 = 7, 17 and 27 Oct. planting dates, respectively
Y1 and Y2 = 2014 -15 and 2015 -16 growing seasons, respectively
V1, V2, V3 and V4 = Okapi, Elvis, Neptune, Talaye, respectively



شکل ۱۲- اثرمتقابل رقم × سال بر عملکرد دانه

Y1 و Y2 = بترتیب سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴
V1، V2، V3 و V4 = بترتیب رقم اکاپی، الویس، نپتون و طلایه

Fig. 12. Interaction effect of variety × year on seed yield

Y1 and Y2 = 2014 -15 and 2015 -16 growing seasons, respectively
V1, V2, V3 and V4 = Okapi, Elvis, Neptune, Talaye, respectively

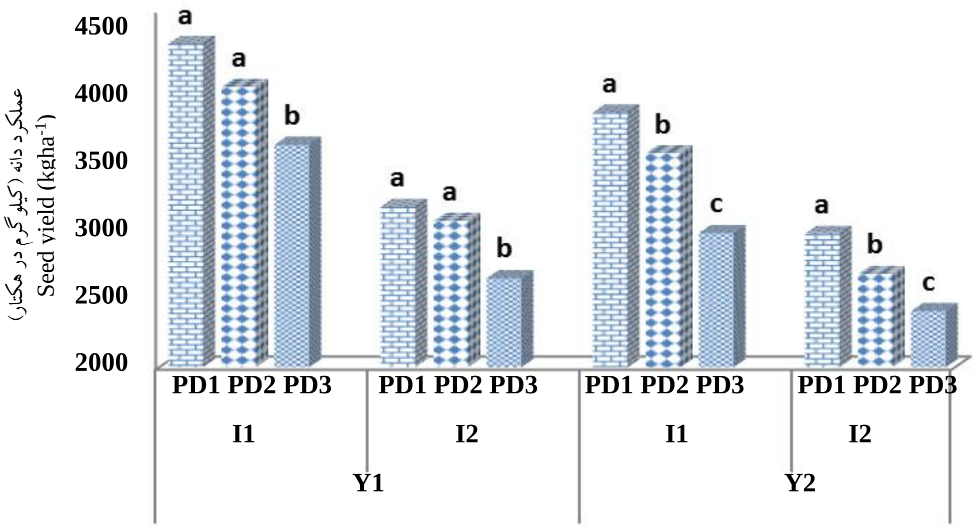
کاشت با هم تفاوت معنی‌داری داشتند (شکل ۱۳). بطوریکه عملکرد دانه در هر دو سال با اعمال قطع آبیاری از مرحله نمو خورجین و تأخیر در کاشت کاهش یافت. میزان کاهش عملکرد دانه ناشی از تنش خشکی آخر فصل در مقایسه با شرایط بهینه در سال اول برای تاریخ‌های کشت ۱۵ مهر، ۲۵ مهر و ۵ آبان به ترتیب ۲۶/۸، ۲۳/۷ و ۲۶/۳ درصد و در سال دوم به ترتیب ۲۲/۵، ۲۴/۲ و ۱۸/۶ درصد بود. کهریزی و اللهوار (Kahrizi and Allahvar, 2012) گزارش کردند که تنش خشکی در هر مرحله از رشد زایشی حادث شود می‌تواند باعث تغییرات شدید در عملکرد دانه گردد. آنها بیان داشتند اثر تنش خشکی در اوایل مرحله رشد کلزا قابل ترمیم بوده ولی تنش خشکی در مرحله نمو خورجین‌ها، عملکرد و اجزای عملکرد دانه را بشدت کاهش می‌دهد و بیشترین کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی در مرحله گلدهی و سپس در مرحله نمو خورجین‌ها می‌باشد. سایر محققین نیز کاهش عملکرد دانه کلزا تحت شرایط تنش خشکی در مرحله زایشی را گزارش کرده‌اند (Shirani Rad and Abbasian, 2011; Ahmadi and Bahrani, 2009).

عملکرد بیولوژیکی

اثر سال، آبیاری، تاریخ کاشت و اثر متقابل سال × رقم در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل سال × رقم نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام برای عملکرد بیولوژیکی در هر دو سال وجود داشت. بطوریکه بالاترین عملکرد بیولوژیکی (۱۴۵۱۹ کیلوگرم در هکتار) در سال اول مربوط به رقم طلایه بود اگرچه تفاوت معنی‌داری با هیبرید نپتون نداشت وکمترین مقدار آن نیز مربوط به هیبرید الویس (۱۲۵۸۳ کیلوگرم در هکتار) بود. در سال دوم ارقام طلایه و اکاپی و هیبرید نپتون از هیبرید الویس با عملکرد بیولوژیکی ۱۲۸۷۰ گیلوگرم در هکتار برتر بودند (شکل ۱۴).

مقایسه میانگین اثر تیمار آبیاری بر عملکرد بیولوژیکی نیز نشان داد قطع آبیاری از مرحله نمو خورجین در مقایسه با آبیاری بهینه باعث کاهش هشت درصدی عملکرد بیولوژیکی شد (جدول ۴). اثر تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیکی نیز بیانگر کاهش آن در اثر تأخیر در کاشت بود. بطوریکه تاریخ کاشت‌های ۲۵ مهر و ۵ آبان در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۵ مهر به ترتیب کاهشی ۵/۷ و ۱۳/۳ درصدی را نشان دادند (جدول ۴).

فرجی (Faraji, 2016) نیز کاهش ماده خشک هوایی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی ناشی ازتأخیر در کاشت را گزارش کرده‌است. در این آزمایش ژنوتیپ‌های با عملکرد بیولوژیکی بیشتر از عملکرد دانه بالاتری برخوردار بودند. نورین و همکاران



شکل ۱۳- اثرمتقابل آبیاری × تاریخ کاشت × سال بر عملکرد دانه

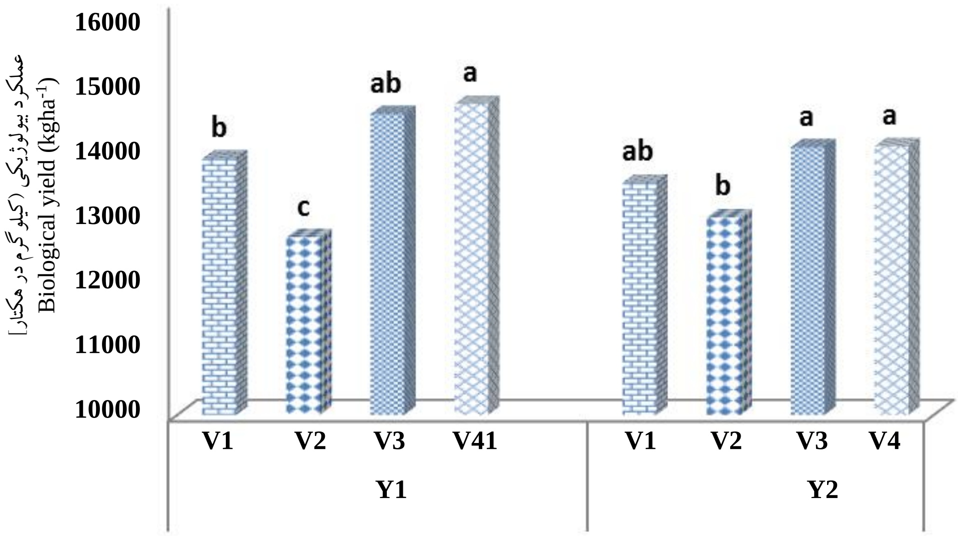
PD1، PD2 و PD3 = بترتیب تاریخ کاشت ۱۵ و ۲۵ مهر و ۵ آبان

Y1 و Y2 = بترتیب سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

V1، V2، V3 و V4 = بترتیب رقم اکاپی، الویس، نپتون و طلایه

Fig. 13. Interaction effect of irrigation × planting date × year on seed yield

PD1, PD2 and PD3 = 7, 17 and 27 Oct. planting dates, respectively
Y1 and Y2 = 2014 -15 and 2015 -16 growing seasons, respectively
V1, V2, V3 and V4 = Okapi, Elvis, Neptune, Talaye, respectively



شکل ۱۴- اثرمتقابل رقم × سال بر عملکرد بیولوژیکی

Y1 و Y2 = بترتیب سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

V1، V2، V3 و V4 = بترتیب رقم اکاپی، الویس، نپتون و طلایه

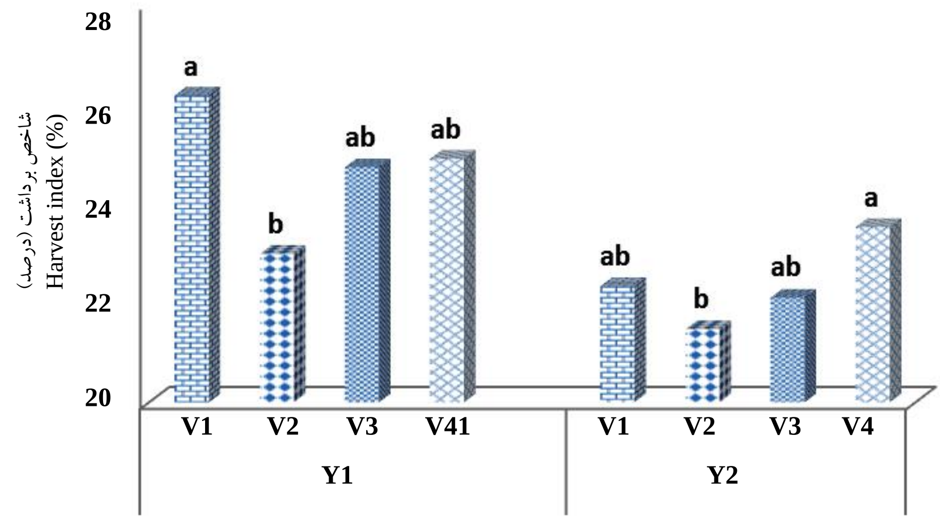
Fig. 14. Interaction effect of veriety × year on biological yield

Y1 and Y2 = 2014 -15 and 2015 -16 growing seasons, respectively
V1, V2, V3 and V4 = Okapi, Elvis, Neptune, Talaye, respectively

(Noreen *et al*., 2016) نیز گزارش کردند که ارقام مختلف کلزا تنوع گسترده‌ای در عملکرد بیولوژیکی دارند و ارقام با عملکرد بیولوژیکی بیشتر عملکرد دانه بیشتری تولید می‌کنند. محققین دیگر نیز همبستگی مثبتی بین ماده خشک تولیدی و عملکرد دانه در کلزا گزارش کرده‌اند (Rameeh and Amoli, 2015). خان و همکاران (Khan *et al*., 2006) نیزاظهار داشتند که ارقام کلزا بدلیل تنوع ژنتیکی و مهمتر از آن اثر متقابل محیط × ژنتیک تا حد زیادی در تولید عملکرد بیولوژیکی با هم تفاوت داشتند.

شاخص برداشت

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای شاخص برداشت در جدول ۳ ارائه شده است. مقایسه میانگین اثر متقابل سال × رقم نشان داد شاخص برداشت در ارقام مختلف در دو سال اجرای آزمایش متفاوت و در سال اول بیشتر بود که می‌تواند ناشی از عملکرد دانه بالاتر ارقام در سال اول باشد (شکل ۱۵). در سال اول رقم اکاپی با بیشترین شاخص برداشت (۲۶/۱۶ درصد) به‌همرا رقم طلایه و هیبرید نپتون برتر از هیبرید الویس با کمترین شاخص برداشت (۲۲/۹۸ درصد) بودند. در سال دوم رقم طلایه با بیشترین شاخص برداشت (۲۳/۵۲ درصد) همراه با رقم اکاپی و هیبرید نپتون برتر از هیبرید الویس (۲۱/۴۸ درصد) قرار داشتند.



شکل ۱۵- اثرمتقابل رقم × سال بر شاخص برداشت

Y1 و Y2 = بترتیب سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

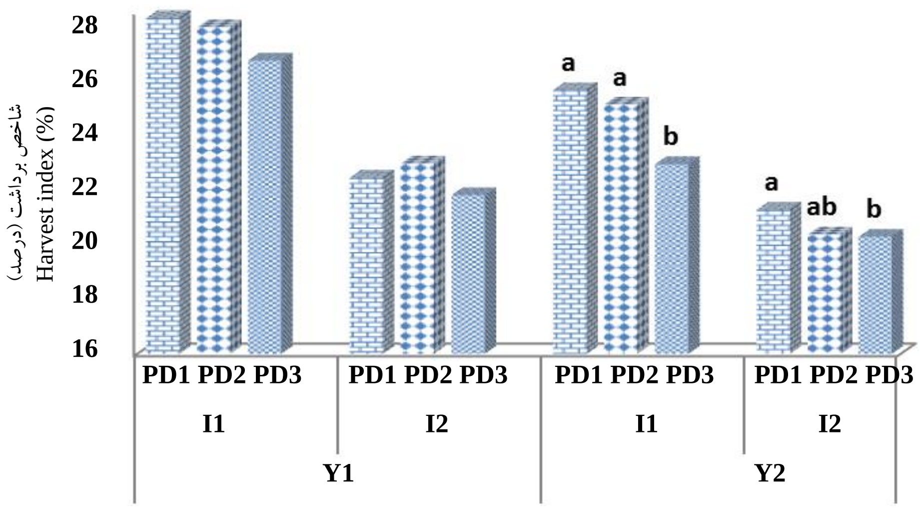
V1، V2، V3 و V4 = بترتیب رقم اکاپی، الویس، نپتون و طلایه

Fig. 15. Interaction effect of variety × year on harvest index

Y1 and Y2 = 2014 -15 and 2015 -16 growing seasons, respectively
V1, V2, V3 and V4 = Okapi, Elvis, Neptune, Talaye, respectively

شاخص‌برداشت که از نسبت عملکرد دانه به زیست‌توده هوایی بدست می‌آید بعنوان یک شاخص مناسب از توزیع مواد فتوسنتزی به اندام‌های قابل برداشت شناخته می‌شود و عملکرد گیاهان زراعی بطور قابل توجهی با بهبود شاخص‌برداشت افزایش می‌یابند. فنایی و همکاران (Fanaei *et al*., 2009) شاخص‌برداشت را توانایی ارقام در اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه می‌دانند و درعین‌حال تفاوتی بین ارقام در آزمایش خود مشاهده نکردند. در مقابل محققین دیگر (Faraji, 2016; Monajem *et al*., 2011) تفاوت معنی‌دار ارقام برای شاخص برداشت را در مطالعات خود گزارش نموده‌اند که با نتایج بدست آمده در این آزمایش همخوانی دارد.

مقایسه میانگین اثر متقابل سال × آبیاری × تاریخ کاشت بیانگر تفاوت معنی‌دار شاخص‌برداشت در تاریخ‌های کاشت مختلف هر دو تیمار آبیاری در سال دوم بود که با قطع آبیاری و تأخیر در کاشت کاهش یافت (شکل ۱۶). کاهش شاخص‌برداشت در تاریخ ۵ آبان در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۵ مهر در شرایط آبیاری بهینه بیشتر از قطع آبیاری از مرحله نمو خورجین و به ترتیب ۲/۶۱ و ۰/۹۵ درصد بود. این نشان‌دهنده تاثیر بیشتر تأخیر کاشت بر شاخص برداشت در شرایط بهینه آبیاری در مقایسه با شرایط تنش خشکی آخر فصل می باشد.



شکل ۱۶- اثرمتقابل آبیاری × تاریخ کاشت × سال بر شاخص برداشت

P1، P2 و P3 = بترتیب تاریخ کاشت ۱۵ و ۲۵ مهر و ۵ آبان

Y1 و Y2 = بترتیب سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

V1، V2، V3 و V4 = بترتیب رقم اکاپی، الویس، نپتون و طلایه

Fig. 16. Interaction effect of irrigation × planting date × year on harvest index

P1, P2 and P3 = 7, 17 and 27 Oct. planting dates, respectively
Y1 and Y2 = 2014 -15 and 2015 -16 Growing seasons, respectively
V1, V2, V3 and V4 = Okapi, Elvis, Neptune, Talaye, respectively

لــو و همکــاران (Luo *et al.*, 2015) شاخص‌برداشــت را صـفتی پیچیـده و چنـدژنی تعریـف کردنـد کـه بـه شـدت تحـت تـاثیر عوامــل محیطــی و ژنتیکــی می‌باشــد و بــا تـنش خشـکی کـاهش می‌یابـد. رامئـه و آملـی (Rameeh and Amoli, 2015) نیــز بیــان کردنـــد کـــه در تاریخ‌هـــای مختلـــف کشـــت اجـــزای مختلفـــی از عملکـــرد نقش مـوثری در عملکـرد دانـه داشـت و تـاریخ کاشـــت از طریـــق تغییـــر در اجـــزای عملکرد و دوره‌های نموی بر شـاخص برداشـت اثر گذاشت.

نتیجه‌گیری

بـا توجـه بـه نتـایج بدسـت آمـده تـأخیر در کاشت و تنش خشکی آخـر فصـل بـر عملکـرد دانه تاثیر منفی داشت. کـاهش عملکـرد دانـه در کشت‌های تأخیری عمدتا به دلیل کاهش تعـداد روز تــا رســیدگی فیزیولــوژیکی، عملکــرد بیولــوژیکی، تعــداد خــورجین در بوتــه، وزن هزاردانه و شاخص برداشت بود. در شرایط تنش خشکی تعداد دانه در خورجین نیز بر این کاهش تاثیرگـذار شـد. بـر اسـاس نتـایج ایـن پـژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کـرد کـه بیشـترین عملکـرد دانـه بـا کشـت در دهـه دوم مهـر و تـامین نیـاز رطوبتی گیاه در طول دوره رشد حاصل می‌شود.

از آنجایی‌کـه در منـاطق مشـابه محـل ایـن پـژوهش در اسـتان فـارس، کشـاورزان معمـولا الگـوی دو کشـت در سـال را دنبـال می‌کننـد و بـدلیل محـدودیت منـابع آب گـاهی آب آخـر محصول شتوی را قطع تا امکان آبیاری محصول بهاره را داشته باشند، قطع آبیاری آخرفصل کلزا به منظور آبیاری محصول بهاره تنهـا درصـورتی قابـل توجیـه خواهـد بـود کـه ارزش اقتصـادی محصول بهاره کاهش عملکرد دانه کلـزادر ایـن شرایط را جبران نماید.

با توجه به اینکه ارقام مـورد بررسـی در ایـن پـــژوهش بجـــز هیبریـــد الـــویس در شـــرایط محـدودیت منـابع آب تفـاوت معنـی‌داری در تاریخ‌های مختلف‌کاشـت از نظـر عملکـرد دانـه نداشتند، توصیه هر یک از آن‌هـا بـر مبنـای ریـز اقلیم‌ها، محصول بعدی و ادوات برداشت امکان پـذیر می‌باشـد. اگرچـه رقـم طلایـه کـه در تیمارهای مختلف برتری عملکرد دانـه را نسـبت به سایر ژنوتیپ‌ها حفظ کرد، می‌تواند به عنـوان اولین گزینه رقم انتخابی برای شرایط مشابه ایـن پژوهش توصیه شود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از ریاست محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعـی اسـتان فـارس جنـاب آقـای دکتـر ابـراهیم زارع و همکـاران محترم بخش تحقیقات علوم زراعـی و بـاغی بـه ویژه جناب آقایـان مهنـدس احمدرضـا نیکـزاد، دکتر محسن یاسایی و مهندس حسین زارعی بـه دلیل فراهم نمـودن امکانـات لازم و همکـاری و همیاری صمیمانه در اجرای این پـروژه تقـدیر و تشکر می‌گردد.

References

Ahmadi, M., and Bahrani, M. J. 2009. Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels. American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science 5(6): 755-761.

Bagheri, M., Yavarof, O. M., and Salehi, M. 2016. Delay cropping effect on yield, yield component, grain oil content of two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Crop Production 9(2): 93-110 (in Persian).

Barnabás, B., Jäger, K., and Fehér, A.2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. Plant, Cell & Environment 31(1): 11-38.

Begna, S. H., and Angadi S. V. 2016. Effects of planting date on winter canola growth and yield in the south western United State of America. American Journal of Plant Sciences 7: 201-217.

Daryanto, S., Wang, L., and Jacinthe, P. A. 2016. Global synthesis of drought effects on maize and wheat production. Plos One 11(5): 1-15.

Fanaei, H. R., Galavi, M., Kafi, M., Ghanbari Bonjar, A., and Shirani-Rad, A. H. 2009. Effects of potassium fertilizer and irrigation on yield and water use efficiency of canola and Indian mustard species. Iranian Journal of Crop Sciences 11: 273-291 (in Persian).

Faostat, F. A. O. 2017. Statistical Databases. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://faostat.fao.org/.

Faraji, A. 2016. Response of oilseed rape hybrids and promising lines to sowing date in Gorgan area. Seed and Plant Production 32(1): 65-79 (in Persian).

Gan, Y., Angadi, S. V., Cutforth, H., Potts, D., and McDonald, C. L. 2004. Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. Candian Journal of Plant Science 84(3): 679-704.

Hatamvand, M., Hassanloo, T., Dehghan Nayeri, F., Shirani Rad, A. H., Tabatabee, S. A., and Hosseini, S. M. 2015. Evaluation of some physiological and biochemical indices of canola cultivars in response to drought stress. Journal of Environmental Stresses in Crop Science 7(2): 1172-185 (in Persian).

Kahrizi, D., and Allahvand, T. 2012. Estimation and interrelationships of genetic variability parameters of some morpho-phenological traits in spring rapeseed

(*Brassica napus L.*). Asian Journal of Biological Sciences 5(7): 358-364.

Khan, F. A., Ali. S, Shakeel, A., Saeed, A., and Abbas, G .2006. Genetic variability and genetic advance analysis of canola (*Brassica napus L.*) cultivars affected by planting date and water deficit stress. African Journal of Biotechnology. 10:9309-9313.

Lesk, C., Rowhani, P., and Ramankutty, N. 2016. Influence of extreme weather disasters on global crop production. Nature 529: 84-87.

Lobell, D. B., Schlenker, W., and Costa-Roberts, J. 2011. Climate trends and global crop production since 1980. Science 333(6042): 616-620.

Luo, X., Ma, C., Yue, Y., Hu, K., Li, Y., Duan, Z., Wu, M., Tu, J., Shen, J., Yi,B., and Fu, T. 2015. Unravelling the complex trait of harvest index in rapeseed (*Brassica napus L.*) with association mapping. BMC Genomics 16: 379.

McKenzie, R. H., Bremer, E., Middleton, A. B., Pfiffner, P. G., and Woods, S. A. 2011. Optimum seeding date and rate for irrigated cereal and oilseed crops in southern Alberta. Canadian Journal of Plant Science 91: 293-303.

Monajem, S., Ahmadi, A., and V. Mohammadi. 2011. Effect of drought stress on photosynthesis, partitioning of photoassimilates and grain yield in rapeseed cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences 13 (3): 533-547 (in Persian).

Noreen, S., Noor, S., Ahmad, S., Bibi, F.,and Hasanuzzaman, M. 2016. Quantifying some physiological and productivity indices of canola (*Brassica napus L.*) crop under an arid environment . Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 44(1): 272-279.

Rameeh, V., and Amoli, N. 2015. Relationship among yield and component characters in different planting dates of rapeseed genotypes. Research on Crop Ecophysiology 10(1): 17-24.

Robertson, M. J., Holland, J. F., and Bambach, R., 2004. Response of canola and Indian mustard to sowing date in the grain belt of north-eastern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 44 (1): 43-52.

Said-Al Ahl, H. A. H., Mehanna, H. M., and Ramadan, M. F. 2016. Impact of water regime and phosphorus fertilization and their interaction on the characteristics of rapeseed (*Brassica napus L.*) and fatty acid profile of extracted oil. Communications in Biometry and Crop Science 11 (1): 64-76.

Seyed Ahmadi, A., Bakhshandeh, A., and Gharineh, M. H. 2015. Evaluation physiological charasteristics and grain yield of canola cultivars under end seasonal drought stress in weather condition of Ahvaz. Iranian Journal of Field Crops Research 13(1): 71-80 (in Persian).

Sharifi, Sh., Rezaeizad, A., and Shoshtari, L. 2016. Evaluation of grain yield stability of new rapeseed (*Brassica napus L.*) lines under terminal drought stress conditions. Iranian Journal of Crop Sciences 17(4): 288 -300 (in Persian).

Shirani Rad, A. H., and Abbasian, A. 2011. Evaluation of drought tolerance in rapeseed genotypes under non- stress and drought stress conditions. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 39: 164-171.

Starner, D. E., Hamama, A. A., and Bhardwaj, H. L. 2002. Prospects of canola as an alternative winter crop in Virginia. Pp. 127-130. In: Jonick, J. and A. Whiskey (eds.). Trends in new crops and new uses.ASHS Press. Alexandria, VA.

Tabatabaee, S. A., Ghasemi, A., and Shakeri, E. 2011. Effect of water stress on yield, component yield and oil rate of rapeseed cultivars. Crop Physiology 12: 41-53 (in Persian).

USDA .2017. Oilseeds: World markets and trade. United States Department of Agriculture. Washington, USA. Available at: http://www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-markets-and-trade.

Wang, S., Wang, E., Wang, F., and Tang, L. 2012. Phenological development and grain yield of canola as affected by sowing date and climate variation in the Yangtze river basin of China. Crop and Pasture Science 63: 478-488.

Zebarjadi, A. R., Sartip, A., Najaphy, A., and Rezaeizad, A. 2015. Evaluation of drought tolerance of rapeseed genotypes (*Brassica napus L.*) using drought resistance indices. Environmental Stress in Crop Sciences 8(2): 345-348 (in Persian).

Zirgoli, M. H., and Kahrizi, D.2015. Effects of end-season drought stress on yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus L*) in warm regions of Kermanshah province. Biharean Biologist 9 (2): 133-140.